

First Hit  Generate Collection  Print

L1: Entry 1 of 2

File: JPAB

Mar 22, 1994

PUB-NO: JP406079141A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06079141 A

TITLE: METHOD FOR RECOVERING ION BY HEATING PHOTOIONIZED PLASMA USING ELECTROMAGNETIC WAVE

PUBN-DATE: March 22, 1994

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

OZU, AKIRA

SUGIYAMA, RYO

SUZUKI, YASUSHI

MARUYAMA, YOICHIRO

ARISAWA, TAKASHI

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

JAPAN ATOM ENERGY RES INST

APPL-NO: JP04238515

APPL-DATE: September 7, 1992

INT-CL (IPC): B01D 59/34

## ABSTRACT:

PURPOSE: To recover an isotope efficiently for a short time by irradiating a plasma with an electromagnetic wave to increase the temperature of plasma in a method for isolating a highlighted atomic isotope using an electric field.

CONSTITUTION: A highlighted atomic isotope is isolated using an electric field by irradiating a vaporized atom (e.g. alkali metal) with an isotope with a laser beam to allow it to be photoionized into a plasma. In this case, the isotope is efficiently recovered in a short time by emitting an electromagnetic wave 4 of lower frequency than plasma frequency to a photoionized plasma 3 to increase the temperature of the plasma 3. That is, efficient recovery of the ion is achieved, if the temperature of the photoionized plasma is low and the recovery time is long.

COPYRIGHT: (C)1994, JPO&amp;Japio

h e b b g e e e f c e c

e ge

First Hit

End of Result Set

L1: Entry 2 of 2

File: DWPI

Mar 22, 1994

DERWENT-ACC-NO: 1994-131380

DERWENT-WEEK: 199416

COPYRIGHT 2004 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Isotope sepn where ionised isotope can be recovered in short time - where electric field is applied to generating ionised plasma to separate ionised isotope with plasma temp increased by irradiating electromagnetic waves

## PATENT-ASSIGNEE:

ASSIGNEE	CODE
JAPAN ATOMIC ENERGY RES INST	JAAT

PRIORITY-DATA: 1992JP-0238515 (September 7, 1992)

## PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
<input checked="" type="checkbox"/> <u>JP 06079141 A</u>	March 22, 1994		004	B01D059/34

## APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DATE	APPL-NO	DESCRIPTOR
JP 06079141A	September 7, 1992	1992JP-0238515	

INT-CL (IPC): B01D 59/34

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 06079141A

## BASIC-ABSTRACT:

Laser beam is irradiated on the vapour of an atom contg. its isotope and electric field is applied to the generating ionised plasma to separate the ionised isotope. Temp. of the plasma is increased by irradiating electromagnetic waves on it so as to recover the ionised isotope in a short time.

Frequency of the electromagnetic waves is pref. lower than that of the plasma. Atom ionised and sepd. is pref. alkali(ne earth) metal, or transition metal atom.

USE/ADVANTAGE - Used to separate isotope. Ionised isotope can be recovered in a short time even when the plasma density is high.

In an example, pulse laser beam with 600 micro-J powder, 10ns width, and 2mm dia. spot which is resonated with D2 line of Na was irradiated on metallic Na vapour to generate ionised plasma with 300 MHz; electromagnetic waves 140 MHz were applied to the plasma.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-79141

(43)公開日 平成6年(1994)3月22日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>  
B 0 1 D 59/34

識別記号  
A

序内整理番号  
A

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全4頁)

(21)出願番号

特願平4-238515

(22)出願日

平成4年(1992)9月7日

特許法第30条第1項適用申請有り 平成4年3月10日  
社団法人日本原子力学会発行の「日本原子力学会1992年  
春の年会の要旨集」に発表

(71)出願人 000004097

日本原子力研究所

東京都千代田区内幸町2丁目2番2号

(72)発明者 大國 章

茨城県那珂郡東海村白方字白根2番地の4

日本原子力研究所東海研究所内

(72)発明者 杉山 優

茨城県那珂郡東海村白方字白根2番地の4

日本原子力研究所東海研究所内

(72)発明者 鈴木 康氏

茨城県那珂郡東海村白方字白根2番地の4

日本原子力研究所東海研究所内

(74)代理人 弁理士 湯浅 恒三 (外6名)

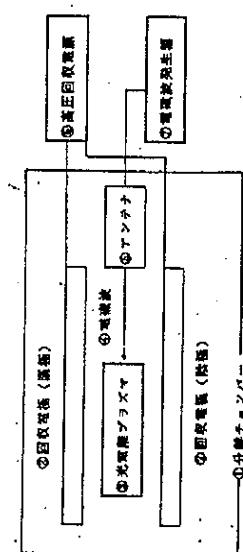
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電磁波を用いた光電離プラズマの加熱によるイオン回収方法

(57)【要約】

【目的】 光電離プラズマの温度が低く、回収時間が長くなる場合に、効率良くイオンを回収する方法を提供する。

【構成】 同位体を有する蒸気原子にレーザー光を照射して光電離プラズマ化することによって該原子の着目同位体を電界を用いて分離する方法において、該プラズマに電磁波を照射して該プラズマの温度を上昇させて該同位体を短時間で回収することを特徴とする方法。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 同位体を有する蒸気原子にレーザー光を照射して光電離プラズマ化することによって該原子の着目同位体を電界を用いて分離する方法において、該プラズマに電磁波を照射して該プラズマの温度を上昇させて該同位体を短時間で回収することを特徴とする方法。

【請求項2】 照射する電磁波の周波数がプラズマ周波数よりも低い、請求項1に記載の方法。

【請求項3】 原子がアルカリ金属、アルカリ土類金属又は遷移金属である、請求項1に記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、レーザー光を用いた原子法による同位体分離方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】これまで、レーザー光を用いた原子法によるウラン濃縮等の同位体分離においては、レーザー光によって生成したプラズマ中のイオンは、該プラズマに電場や磁場等をパルス的に或いは定常的に印加することによって、電磁力で電極上に回収されていた。レーザー濃縮では、パルスレーザー光で選択的に光電離したイオンを高速の蒸気流の中から回収する。その場合に回収速度が遅いと、イオンの回収率が低下したり、イオンと中性原子との衝突等によりイオンの濃縮率が低下する。従って、高速で電極間を通過するレーザー誘起プラズマ中からのイオン回収率を上げ、且つ電荷交換による損失を抑えるためにイオンを速やかに回収する必要がある。従来の技術でイオン回収を行う場合、イオンの移動速度は空間電荷の影響によりプラズマのイオン温度及び電子温度で決定される。この場合、レーザー光線による光電離によって生成されたプラズマのイオン温度及び電子温度は0.1 eV程度と低く、よって荷電粒子の移動速度は比較的遅くなりイオンをプラズマから電極に抜き出すにはある程度の時間がかかる。このため、静電界を用いてイオンを高速で回収するには、回収電極に高電圧を印加しなければならない。

【0003】しかし、イオン回収率を上げるためにイオン密度を高くすると、回収電極に印加する電圧も高くしなければならないが、このときに高いエネルギーを得たイオンのスパッタ現象により、電極面上に回収された同位体が弾き出される可能性がある。

【0004】また、高い電圧を印加したままイオンを回収することから、回収時に費やすエネルギーも大きくなると予測される。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上記問題点に鑑み、本発明は光電離プラズマの温度が低く、回収時間が長くなる場合に、効率良くイオンを回収する方法を提供することを目的とする。

## 【0006】

2

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決すべく、本発明によれば、同位体を有する蒸気原子にレーザー光を照射して光電離プラズマ化することによって該原子の着目同位体を電界を用いて分離する方法において、該プラズマに電磁波を照射して該プラズマの温度を上昇させて該同位体を短時間で回収することを特徴とする方法が提供される。

## 【0007】

【作用】 上述の如く、レーザー光の照射によって光電離して生成したプラズマの温度は低いので、電場内のイオンの移動速度は比較的遅くなり、イオンをプラズマから抜き出すにはある程度の時間が必要となる。このプラズマに電磁波を照射すると、プラズマ内の荷電粒子、即ち、イオンや電子が電磁波を吸収することによって、これら荷電粒子の温度が上昇しプラズマ中の運動量が増大する。その結果イオンを電極に引き付け易くなるので、イオンを電極に引き込むまでの時間が減少し、従来的レーザー光を用いた同位体分離方法に比して短い時間でイオンの回収を行なうことが出来る。

【0008】 プラズマに照射する電磁波の周波数は、プラズマの温度を上昇せしめるものであれば特に制限はないが、電磁波の周波数がプラズマ周波数よりも低い場合には、プラズマ中の電子を効率よく加熱できるので好ましい。照射する電磁波の周波数がプラズマ周波数よりも高いと、電磁波はプラズマ中を通過してしまうので、プラズマの加熱効率が低下してしまうからである。

【0009】 照射するレーザー光は、対象とする蒸気原子の共鳴波長に同調して該原子を選択的に電離し得るものであればよく、パルス的に或いは定常的に印加する。

【0010】 本発明において好ましくはパルスレーザーを用いて原子を選択的に光電離せしめる。

【0011】 本発明の方法によって回収される原子は同位体を有するものであればその種類に特に制限はないが、アルカリ金属、アルカリ土類金属又は遷移金属の同位体分離に本発明の方法を用いることが好ましい。

【0012】 【実施例】 本発明の方法を実施するための装置の模式図を図1に示す。分離チャンバー1内に長さ30cmのヒートパイプを設置し、その両側にイオン回収用の平行平板電極2を配置した。両電極には高圧回収電源6より所定の電圧を印加した。ヒートパイプ中に封入した金属ナトリウム蒸気に、ナトリウム原子のD<sub>2</sub>線に共鳴させたパルスレーザー光(～600μJ、10ns、2mm)を照射し、多光子吸収によってナトリウム原子を電離せしめプラズマを生成させた。このようにして電離

せしめたナトリウムイオンを、低電圧を印加した平行平板電極に回収した。電極の中心付近には電磁波発生用のアンテナとしてコイル電極を設置し、高周波電磁波を電磁波発生器を用いて印加した。電磁波の周波数は140MHzであった。なお、このときのプラズマ周波数は、300MHz程度であった。この電極2に流れるイオン電流の時間波形を観測し、印加する高周波電磁波とイオン電流波形との関係を測定した。その結果を図2に示す。

【0013】図2は、プラズマに高周波電磁波を印加した場合と、印加しなかった場合に電極2に流れるイオン電流波形を示したものである。この図より、高周波電磁波を印加することによってイオン電流のパルスの立ち上がりが早くなることが分かる。また、高周波電磁波の出力が増加するに従って、回収時間が短縮されることも分かる。

【0014】

【発明の効果】このように、本発明によれば、プラズマの密度が高い場合においてもイオンを所定の時間内に電極に迅速に回収でき、この結果レーザー光による同位体分離の効率及び製品量を増加させることができる。

【図面の簡単な説明】

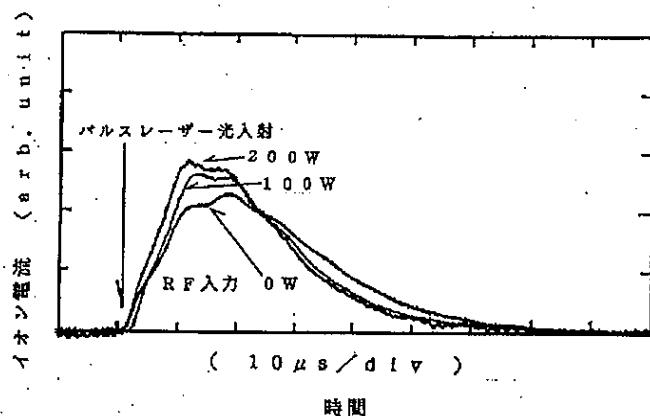
【図1】本発明を実施するための装置の模式図である。

【図2】印加する高周波電磁波とイオン電流波形との関係を表す図である。

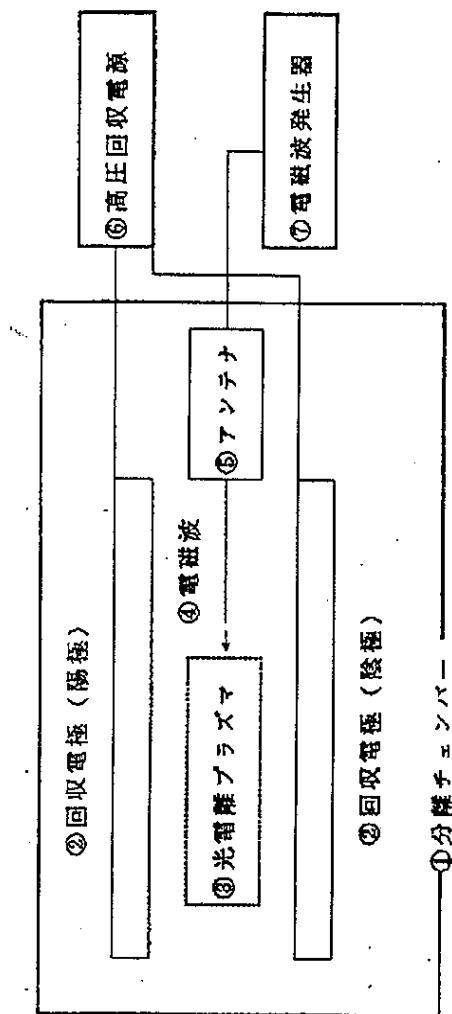
【符号の説明】

- |    |           |
|----|-----------|
| 10 | 1 分離チャンバー |
|    | 2 回収電極    |
|    | 3 光電離プラズマ |
|    | 4 電磁波     |
|    | 5 アンテナ    |
|    | 6 高圧回収電源  |
|    | 7 電磁波発生器  |

【図2】



【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 丸山 庸一郎  
 茨城県那珂郡東海村白方字白根2番地の4  
 日本原子力研究所東海研究所内

(72)発明者 有沢 孝  
 茨城県那珂郡東海村白方字白根2番地の4  
 日本原子力研究所東海研究所内

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the isotope separation method by the atomic method which used laser light.

[0002]

[Description of the Prior Art] Until now, in isotope separation, such as uranium enrichment by the atomic method using laser light, the ion in the plasma generated by laser light was collected on the electrode by electromagnetic force by impressing electric field, a magnetic field, etc. to this plasma in pulse or regularly. In laser concentration, the ion which photoionized alternatively with pulse laser light is collected out of a high-speed steamy style. In that case, if recovery speed is slow, the recovery of ion will fall or the enrichment factor of ion will fall by the collision with ion and a neutral atom etc. Therefore, in order to suppress loss according the ion recovery out of the laser induction plasma which passes inter-electrode at high speed to raising and charge exchange, it is necessary to collect ion promptly. When performing ion recovery by the Prior art, the passing speed of ion is determined with the ionic temperature and electron temperature of the plasma by the effect of space charge. In this case, the ionic temperature and electron temperature of the plasma which were generated by the photoionization by the laser beam are as low as about 0.1eV, therefore, the passing speed of a charged particle becomes comparatively slow, and a certain amount of time amount is needed for extracting ion from the plasma to an electrode. For this reason, in order to collect ion at high speed using electrostatic field, the high voltage must be impressed to a recovery electrode.

[0003] However, although voltage impressed to a recovery electrode must also be made high if ion density is made high in order to gather ion recovery, the isotope collected on the electrode side may be calculated according to the spatter phenomenon of ion in which high energy was obtained at this time.

[0004] Moreover, since ion is collected with high voltage impressed, it is predicted that the energy spent at the time of recovery also becomes large.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] When the temperature of this invention of the photoionization plasma is low and recovery time amount becomes long in view of the above-mentioned trouble, it aims at offering the method of collecting ion efficiently.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In a method of separating a view isotope of this atom using electric field, a method characterized by irradiating an electromagnetic wave at this plasma, raising temperature of this plasma, and collecting these isotopes for a short time be offered by irradiating laser light and forming it into the photoionization plasma in a steamy atom which have an isotope, according to this invention, that the above-mentioned technical problem should be solved.

[0007]

[Function] Since the temperature of the plasma photoionized and generated by the exposure of laser light like \*\*\*\* is low, the passing speed of the ion in electric field becomes comparatively slow, and a

certain amount of time amount is needed for extracting ion from the plasma. If an electromagnetic wave is irradiated at this plasma, when the charged particle within the plasma, i.e., ion and an electron, absorbs an electromagnetic wave, the temperature of these charged particles will rise and the momentum in the inside of the plasma will increase. Since it becomes easy to draw ion to an electrode as a result, time amount until it draws ion in an electrode can decrease, and ion can be collected by short time amount as compared with the isotope separation method using the conventional laser light.

[0008] If the frequency of the electromagnetic wave which irradiates the plasma makes the temperature of the plasma rise, although there is especially no limit, when the frequency of an electromagnetic wave is lower than a plasma frequency, since the electron in the plasma can be heated efficiently, it is desirable. It is because an electromagnetic wave will pass through the inside of the plasma if the frequency of the electromagnetic wave to irradiate is higher than a plasma frequency, so the heating effectiveness of the plasma falls.

[0009] The laser light to irradiate is impressed in pulse or regularly that what is necessary is just what aligns with the resonance wavelength of the target steamy atom, and can ionize this atom alternatively. An atom is made to photoionize alternatively using a pulse laser in this invention preferably.

[0010] There is especially no limit in the impression method of an electromagnetic wave, for example, an antenna and a waveguide may be installed near a recovery electrode, or an electromagnetic wave may be impressed to one side or the both sides of an electrode. And an electromagnetic wave may be impressed to the shape of a pulse, and a stationary wave.

[0011] Although there will be especially no limit in the class if the atom collected by the method of this invention has an isotope, it is desirable to use the method of this invention for the isotope separation of alkali metal, alkaline earth metal, or transition metals.

[0012]

[Example] The mimetic diagram of the equipment for enforcing the method of this invention is shown in drawing 1. The heat pipe with a length of 30cm was installed in the separation chamber 1, and the parallel plate electrode 2 for ion recovery has been arranged on the both sides. Predetermined voltage was impressed to two electrodes from the high-pressure recovery power supply 6. The pulse laser light (-600microJ, 10ns, 2mmphi) made to sympathize with D2 line of a sodium atom is irradiated, and the metallic-sodium steam enclosed into the heat pipe was made to ionize a sodium atom, and was made to generate the plasma 3 by multiple photon absorption. Thus, the sodium ion made to ionize was collected to the parallel plate electrode which impressed the low battery. The coil electrode was installed near the center of an electrode as an antenna 5 for electromagnetic wave generating, and the RF electromagnetic wave was impressed using the electromagnetic wave generator. The frequency of an electromagnetic wave was 140MHz. In addition, the plasma frequency at this time was about 300MHz. The time amount wave of the ion current which flows to this electrode 2 was observed, and the relation between the RF electromagnetic wave to impress and an ion current wave was measured. The result is shown in drawing 2.

[0013] Drawing 2 shows the ion current wave which flows to an electrode 2, when the RF electromagnetic wave was impressed to the plasma, and when it does not impress. From this drawing, by impressing a RF electromagnetic wave shows that the standup of the pulse of the ion current becomes early. Moreover, it also turns out that recovery time amount is shortened as the output of a RF electromagnetic wave increases.

[0014]

[Effect of the Invention] Thus, according to this invention, when the density of the plasma is high, ion can be quickly collected to an electrode in predetermined time amount, and the effectiveness and the amount of products of isotope separation by laser light can be made to increase as a result.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A method characterized by irradiating an electromagnetic wave at this plasma, raising temperature of this plasma in a method of separating a view isotope of this atom using electric field by irradiating laser light and forming it into the photoionization plasma in a steamy atom which has an isotope, and collecting these isotopes for a short time.

[Claim 2] A method according to claim 1 that frequency of an electromagnetic wave to irradiate is lower than a plasma frequency.

[Claim 3] A way according to claim 1 an atom is alkali metal, alkaline earth metal, or transition metals.

---

[Translation done.]